PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Integnationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

H01L 29/739, 29/74, 29/868, 29/06, 21/331, 21/329, 21/332, 21/20

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/59208

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

18. N vember 1999 (18.11.99)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/DE99/01410

(22) Internationales Anmeldedatum:

10. Mai 1999 (10.05.99)

(30) Prioritätsdaten:

198 20 956.8

11. Mai 1998 (11.05.98)

DE

(71)(72) Anmelder und Erfinder: SILBER, Dieter [DE/DE]; Darmstädter Strasse 41, D-63179 Obertshausen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): WONDRAK, Wolfgang [DE/DE]; Reinganumstrasse 24, D-60385 Frankfurt am Main (DE). PLIKAT, Robert [DE/DE]; Schillerstrasse 61, D-72800 Eningen (DE).

(74) Anwälte: DZIEWIOR, Joachim usw.; Postfach 17 67, D-89007 Ulm (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht

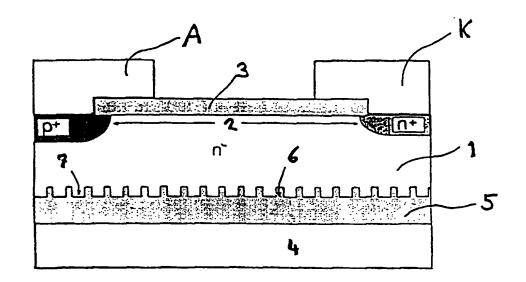
Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: HIGH-VOLTAGE SEMICONDUCTOR COMPONENT, METHOD FOR THE PRODUCTION AND USE THEREOF

(54) Bezeichnung: HOCHSPANNUNGS-HALBLEITER-BAUELEMENT UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG SOWIE VERWENDUNG DES HALBLEITER-BAUELEMENTS

(57) Abstract

The invention relates to a semiconductor component with at least one lateral area accommodating a lateral electrical field intensity. The body semiconductor of the contains and/or at least oartially comprises three-dimensional lateral structure in areas that are close to the surface of said semiconductor body. The three-dimensional structure has vertical cavities with a lower degree of internal conductivity than in the intermediate areas between said cavities. The invention also relates to a method for the production and to the use f said semiconductor component.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Halbleiter-Bauelement mit mindestens einem lateralen Bereich, welcher zur Aufnahme einer lateralen elektrischen Feldstärke vorgesehen ist, wobei der Halbleiterkörper im Halbleiterkörper und/oder in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers zumindest bereichsweise eine laterale, dreidimensionale Struktur aufweist, welche vertikale Vertiefungen im Halbleiterkörper aufweist, innerhalb derer die elektrische Leitfähigkeit geringer ist als in den Zwischenräumen des Halbleiterkörpers zwischen den Vertiefungen, sowie Verfahren zur Herstellung sowie eine Verwendung des Halbleiterbauelements.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
ΑT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
ΑZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien .	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungam	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	Œ	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	Li	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singanur		

HORSPANNUNGS-HALBLEITER-BAUELEMENTS UND VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG SOWIE VERWENDUNG DES HALBLEITER-BAUELEMENTS

5

10

15

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Halbleiter-Bauelement mit mindestens einem lateralen Bauelement zur Aufnahme einer lateralen elektrischen Feldstärke sowie Verfahren zur Herstellung und eine Verwendung gemäß den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

In der DE-A1-42 33 773 ist ein mikroelektronisches Bauelement in sogen. SOI-Technologie (Semiconductor-On-Insulator) offenbart, welches eine erhöhte Durchbruchspannung aufweist. Das Halbleiter-Bauelement weist ein laterales Bauelement in einem Halbleiterkörper mit einem Substrat auf, wobei an das Substrat angrenzend eine dielektrische Zone angeordnet ist, in der elektrisch leitfähige Bereiche eingebettet sind. Die Anordnung erfordert eine Justierung der vergrabenen Struktur bezüglich des lateralen Bauelements, was technologisch aufwendig ist.

20

Weiterhin sind sowohl laterale als auch vertikale Bauelemente vorgeschlagen worden, welche an der Oberfläche Strukturen aufweisen, die zur Reduzierung der Oberflächenfeldstärke vorgesehen sind, um die Durchbruchspannung zu erhöhen. Derartige Feldplatten oder Feldringe führen jedoch ebenfalls zu einem hohen technologischen Aufwand bei der Her-

stellung derartiger Bauelemente.

25

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Halbleiter-Bauelement und ein Verfahren zu seiner Herstellung anzugeben, welches Bauelemente gemäß der vorausgehend beschriebenen Art verbessert und insbesondere höhere Durchbruchspannungen ermöglicht.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weiterführende und vorteilhafte Ausgestaltungen sind den weiteren Ansprüchen und der Beschreibung zu entnehmen.

10

15

20

25

Ein erfindungsgemäßes Halbleiter-Bauelement weist im Halbleiterkörper und/oder in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers zumindest bereichsweise eine laterale, dreidimensionale Struktur auf, welche vertikale Vertiefungen im Halbleiterkörper aufweist, innerhalb derer die elektrische Leitfähigkeit geringer ist als in den Zwischenräumen des Halbleiterkörpers zwischen den Vertiefungen.

In einer bevorzugten Ausführung ist das Halbleiter-Bauelement ein laterales Bauelement mit einer an ein Substrat angrenzenden dielektrischen Zone und zwischen dielektrischer Zone und Halbleiterkörper zumindest unter einem Teilbereich des lateralen Bauelements angeordneter lateraler, dreidimensionaler Struktur, die mit der dielektrischen Zone in unmittelbarer Verbindung steht.

In einer günstigen Ausführung der Erfindung weist die dreidimensionale Struktur Inseln auf, welche durch vertikale Vertiefungen voneinander getrennt sind, wobei die elektrische Leitfähigkeit in den Vertiefungen geringer ist als die in den Inseln.

In einer weiteren günstigen Ausführung der Erfindung weist die dreidimensionale Struktur Stege auf, welche durch vertikale Vertiefungen voneinander getrennt sind, wobei die elektrische Leitfähigkeit in den Vertiefungen geringer ist als die in den Stegen.

Günstig ist, im Halbleiterkörper zumindest bereichsweise lateral einen Halbleiter aus einem weiteren Material, insbesondere polykristallines Silizium, anzuordnen, welcher an die dielektrische Zone grenzt.

Günstig ist, zwischen Substrat und dielektrischer Zone zumindest bereichsweise eine laterale Halbleiterschicht anzuordnen

Eine weitere günstige Anordnung ist, zwischen Substrat und dielektrischer Zone zumindest 30 bereichsweise eine laterale Isolatorschicht anzuordnen.

3

Vorteilhaft ist, bei einem lateralen Bauelement zumindest bereichsweise die Breite der Vertiefungen in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das laterale Bauelement kleiner als 10% der lateralen Driftstrecke des lateralen Bauelements vorzusehen.

Eine bevorzugte Ausführung ist, daß bei einem lateralen Bauelement zumindest bereichsweise die Breite der Zwischenräume zwischen benachbarten Vertiefungen in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das laterale Bauelement in etwa kleiner als 30% der lateralen Driftstrecke ist.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist, daß zumindest bereichsweise Vertiefungen in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das Halbleiter-Bauelement in etwa äquidistant sind. Dies vereinfacht die Herstellung des Bauelements, da keine aufwendigen Technologieschritte und insbesondere keine Justierung der Struktur bezogen auf das laterale Bauelement notwendig ist.

15

20

25

30

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist, daß zumindest bereichsweise die Dichte von Vertiefungen in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das Halbleiter-Bauelement verschieden ist. Die Durchbruchspannung läßt sich weiter erhöhen, indem die Dichte der Vertiefungen in verschiedenen Bereichen des Halbleiterkörpers unterschiedlich ist. Insbesondere ist es günstig, unterhalb unterschiedlicher funktioneller Bereiche des Bauelements unterschiedliche Dichten der Vertiefungen vorzusehen.

Zweckmäßigerweise ist zumindest bereichsweise die Tiefe der Vertiefungen größer als deren Breite. Günstigerweise ist zumindest bereichsweise die Breite der Vertiefungen geringer als die Dicke der dielektrischen Zone. Der besondere Vorteil ist, daß bei vergleichbarer Sperrspannung die Dicke der dielektrischen Zone eines erfindungsgemäßen Bauelements geringer sein kann als bei einem herkömmlichen Bauelement. Die Wärmeableitung im erfindungsgemäßen Bauelement ist verbessert und gleichzeitig ist das Verhalten des erfindungsgemäßen Bauelements beim Auftreten kurzzeitiger hoher elektrischer Leistung verbessert. Günstig ist auch, zumindest bereichsweise die Breite der Vertiefungen geringer als die Breite der zwischen den Vertiefungen angeordneten Bereiche des Halbleiterkörpers vorzusehen.

Der Halbleiterkörper zwischen den Vertiefungen stellt durch die Vertiefungen unterbrochene Zonen dar, in denen sich Elektronen- oder Löcherkanäle bilden können, die in ihrer elektrostatischen Wirkung bereits gering entfernt von dem Bereich wie eine kontinuierliche Ladungsverteilung scheinen, so daß Feldgradienten und/oder Raumladungszonenkrümmung verringert werden, was zu einer Erhöhung der Durchbruchspannung führt.

4

Eine vorteilhafte Anordnung ist, daß die Erfindung bei einem Halbleiter-Bauelement mit einer Randstruktur zum Reduzieren der Oberflächenfeldstärke des Bauelements vorzusehen, wobei die Randstruktur an oder in einer äußeren Oberfläche des Halbleiterkörpers zumindest benachbart zum Wirkungsbereich einer oberflächennahen Raumladungszone an einem Sperrkontakt in dem Halbleiterkörper angeordnet ist, wobei der Halbleiterkörper zumindest bereichsweise an der Oberfläche eine laterale, dreidimensionale Struktur mit vertikalen Vertiefungen aufweist, innerhalb derer die elektrische Leitfähigkeit geringer ist als die des Halbleiterkörpers.

15

20

25

30

10

5

In einem erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit einem Halbleiterkörper und einem Substrat werden an einer Oberfläche des Halbleiterkörpers, welche dem lateralen Bauelement gegenüberliegt, zuerst zumindest bereichsweise Vertiefungen geätzt, die Vertiefungen anschließend mit einem Material gefüllt, welches hochohmiger ist als das Material des Halbleiterkörpers zwischen den Vertiefungen und mit einer Lage eines dielektrischen Materials überdeckt und zumindest mittelbar mit dem Substrat verbunden, oder eine zur Verbindung mit dem Halbleiterkörper vorgesehene Oberfläche eines Substrats wird mit einem Oxid versehen, und zumindest bereichsweise werden Vertiefungen in das Oxid eingebracht und mit einem Halbleitermaterial gefüllt, anschließend einer Lage aus einem Halbleitermaterial überdeckt und die überdeckende Lage zumindest mittelbar mit dem Halbleiterkörper verbunden.

In einem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit einer Randstruktur werden entweder zumindest bereichsweise in die Oberfläche des Halbleiterkörper Vertiefungen eingebracht, wobei die Vertiefungen mit einem Dielektrikum gefüllt werden, oder die Oberfläche des Halbleiterkörpers wird zumindest bereichsweise mit WO 99/59208 PCT/DE99/01410 5

einem Oxid beschichtet, wobei in das Oxid Vertiefungen eingebracht und mit Halbleitermaterial gefüllt werden.

Besonders günstig ist, die Vertiefungen im wesentlichen homogen über Flächenbereiche oder ganze Halbleiterscheiben anzubringen. Der Vorteil der erfindungsgemäßen Verfahren liegt darin, daß keine aufwendige Technologie für die Herstellung der lateralen Struktur, insbesondere keine Justierung hinsichtlich eines lateralen und/oder vertikalen Bauelements im Halbleiterkörper notwendig ist.

Der Vorteil der lateralen Struktur besteht darin, daß eine Feldstärke im Halbleiterkörper oder an der Oberfläche des Halbleiterkörpers teilweise abgeschirmt wird, so daß das Sperrverhalten des Bauelements verbessert wird. Die erfindungsgemäße Struktur ist insbesondere für Bauelemente auf SOI-Basis (Silicon-On-Insulator) geeignet und auch für vertikale oder laterale Bauelemente, bei denen feldstärkereduzierende Strukturen an der Oberfläche zur Reduzierung einer Oberflächenfeldstärke und/oder der Krümmung von Raumladungszonen vorgesehen sind. Besonders günstig ist die Anwendung in Verbindung mit Feldplatten oder feldringartigen Strukturen an der Oberfläche.

Vorteilhaft ist Verwendung eines Bauelements mit lateraler dreidimensionaler Struktur in einer Treiberschaltung für leistungselektronische Umrichtersysteme. Die Spannungsfestigkeit kann leicht auf über 500V angehoben werden, so daß ein Einsatz für Netze mit höherer Spannung, insbesondere für 220 V-Netze oder 380 V-Drehstromnetze möglich ist.

Im folgenden sind die Merkmale, soweit sie für die Erfindung wesentlich sind, eingehend erläutert und anhand von Figuren näher beschrieben. Es zeigen

- Fig. 1 Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Bauelements des IGBT-Typs,
- Fig. 2 Kennlinien von Sperrströmen eines Bauelements mit und ohne erfindungsgemäßer Struktur,
- 30 Fig. 3 Prinzipdarstellung eines erfindungsgemäßen Bauelements mit Feldreduzierungsstruktur

Fig. 4 Kennlinien von Sperrströmen eines Bauelements mit (b) und ohne (a) erfindungsgemäßer Struktur.

Im folgenden Ausführungsbeispiel ist die Erfindung anhand eines bipolaren IGBT-Bauelements beschrieben. Es versteht sich jedoch, daß die erfindungsgemäße Lösung sich zumindest für mikroelektronische laterale Bauelemente eignet, bei denen sogen. Back-Gate-Probleme auftreten, wie Dioden oder Transistoren, aber besonders auch Bauelemente des IGBT-Typs verschiedener Ausführungsarten von IGBTs und/oder Bauelemente des Thyristor-Typs verschiedener Ausführungsarten von Thyristor-Bauelementen, bei denen Back-Gate-Probleme besonders ins Gewicht fallen.

In Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Lösung anhand eines Prinzipbildes eines bidirektionalen Insulated-Gate-Bipolar-Transistor-Bauelements (IGBT) dargestellt. In einem Halbleiterkörper 1 ist ein laterales Bauelement mit Anodenanschluß A und Kathodenanschluß K als Hauptelektroden an der äußeren Oberfläche des Halbleiterkörpers 1 gezeigt. Unterhalb des Anodenanschlusses A ist ein p*-dotierter Bereich, unterhalb des Kathodenanschlusses K ist ein n⁺-dotierter Bereich jeweils im oberflächennahen Bereich angeordnet. Zwischen den Hauptelektroden befindet sich die Driftstrecke 2 des lateralen Bauelements. Diese ist mit einer Schicht, insbesondere einem Oxid 3, bedeckt. Der Halbleiterkörper 1 außerhalb der dotierten Bereiche weist eine n'-Dotierung auf. Zwischen Halbleiterkörper 1 und Substrat 4 ist eine Zone angeordnet, die substratseitig eine dielektrische Zone 5 aufweist, an die eine laterale dreidimensionale Struktur angrenzt, wobei Vertiefungen 6 in den Halbleiterkörper hineinragen. Die elektrische Leitfähigkeit innerhalb der Vertiefungen 6 ist geringer als die der Zwischenräume 7 zwischen dem Vertiefungen 6, wobei die Zwischenräume 7 Bereiche des Halbleiterkörpers 1 darstellen. Der Übersichtlichkeit wegen ist nur jeweils eine Vertiefung der Vertiefungen 6 und ein Zwischenraum der Zwischenräume 7 mit einem Bezugszeichen versehen.

Die Vertiefungen 6 sind mit einem Material gefüllt, das eine geringere elektrische Leitfähigkeit aufweist als das Material in den Zwischenräumen 7, vorzugsweise können die Vertiefungen mit demselben dielektrischen Material gefüllt sein, welches die angrenzende dielektrische Zone 5 bildet. Ebenso können die Zwischenräume 7 aus demselben Halbleitermateri-

5

10

15

20

25

al gebildet sein wie der Halbleiterkörper 1. Es ist jedoch auch möglich, die Vertiefungen mit einem anderen dielektrischen Material als die dielektrische Zone zu füllen, oder auch mit semiisolierendem Material.

7

In einer günstigen Ausführung ist zwischen dem Halbleiterkörper 1 und der dielektrischen Zone 5 ein weiteres Halbleitermaterial angeordnet, vorzugsweise eines mit größerem energetischen Bandabstand von Valenz- und Leitungsband. In einer besonders günstigen Kombination wird der Halbleiter aus Silizium und der Bereich zwischen Halbleiterkörper 1 und dielektrischer Zone 5 aus Siliziumkarbid gebildet. Eine solche Materialkombination unterstützt die vorteilhafte Wirkung der Erfindung hinsichtlich der Erhöhung der Durchbruchspannung zusätzlich.

Wird der Halbleiterkörper 1 auf einem separaten Substratwafer 4 aufgebondet, wie dies insbesondere bei sogen. SOI-Bauelementen (Silicon-On-Insulator) üblich ist, kann die laterale dreidimensionale Struktur 6, 7 sowohl im aktiven Halbleiterkörper 1 als auch im Substratwafer 4 hergestellt werden.

Vorzugsweise werden in die Rückseite des Halbleiterkörpers 1, welche der Vorderseite mit dem lateralen Bauelement gegenüberliegt, Vertiefungen 6 eingebracht, insbesondere geätzt. Anschließend werden die Vertiefungen 6 mit einem Oxid, insbesondere Siliziumoxid, gefüllt, wobei eine dickere Oxidschicht schließlich die Vertiefungen 6 vollständig überdeckt. Die Schicht wird anschließend planarisiert und bildet die dielektrische Zone 5. Auf diese wird ein Substratwafer insbesondere mit dem sogen. Silizium-Direkt-Bonding-Verfahren aufgebondet.

25

30

15

20

Es ist jedoch auch möglich, nicht die dielektrische Zone 5 selbst zu planarisieren, sondern diese mit einem Halbleiter, insbesondere polykristallines Silizium, zu beschichten und erst dieses dann zu planarisieren. Dies ist von Vorteil, wenn das dielektrische Material schwer zu polieren oder zu bearbeiten ist. Das Substrat wird dann mit der planarisierten Halbleiterschicht verbunden. Es ist auch möglich, auf einen Planarisierungsschritt ganz zu verzichten.

8

Eine weitere günstige Anordnung besteht darin, einen als Substrat 4 vorgesehenen Wafer zumindest an der zur Verbindung vorgesehenen Oberfläche zu oxidieren oder mit einem Oxid zu beschichten und dann mit der dielektrischen Zone 5 zu verbinden.

Eine weitere günstige Anordnung ist, einen als Substrat 4 vorgesehenen Wafer zu oxidieren und in das Waferoxid Gräben einzubringen, die mit Halbleitermaterial gefüllt werden, insbesondere polykristallines Silizium. Die Gräben können mit weiterem Halbleitermaterial überdeckt und planarisiert werden und anschließend mit dem Halbleiterkörper 1 verbunden werden. In diesem Fall ist eine Grenzschicht zwischen Halbleiterkörper 1 und Halbleitermaterial der lateralen dreidimensionalen Struktur vorhanden. Die Gräben im Waferoxid entsprechen den Zwischenräumen 7 und die Zwischenräume zwischen den Gräben im Waferoxid den Vertiefungen 6 im Halbleiterkörper.

Die Vertiefungen 6 der erfindungsgemäßen lateralen dreidimensionalen Struktur 6, 7 stellen im wesentlichen Unterbrechungen eines vergrabenen Kanals in Kanalabschnitte dar, die durch die Zwischenräume 7 des Halbleiterkörpers gebildet werden und ermöglichen dort einen lateralen Spannungsabfall. Auf größere Abstände wirken diese Kanalabschnitte 7 wie eine kontinuierliche Verteilung von Ladungsträgern. Eine Vertiefung 6 unterbricht einen Kanal in eine Kanalabschnitt, so daß sich an einer Seite des Zwischenraums 7 Ladungsträger ansammeln, z.B. Löcher in einem n-dotierten Halbleiterkörper 1, wenn eine laterale Spannung anliegt. Die Ladungsträger an der Seite schirmen das Gebiet vom Potential des Substrats 4 ab, und die Feldstärke, die aufgrund der unterschiedlichen elektrischen Potentiale von Halbleiterkörper 1 und Substrat 4 im Halbleiterkörper 1 entsteht, ist gering.

Falls sich Diffusionsstrom und durch das elektrische Feld induzierter Strom ausgleichen, ergibt sich der resultierende Löcherstrom zu Null. Steigt der Spannungsabfall über die Vertiefung 6 an, so wird ab einer Grenzspannung der Feldanteil des Stroms jedoch so groß, daß die Ladungsträger in Richtung Kathode in den nächsten Zwischenraum 7 fließen. Werden die Ladungsträger des Kanalabschnitts abgesaugt, breitet sich eine Raumladungszone aus, und die elektrische Feldstärke ist hoch. Ist die Breite des Zwischenraums 7 zu groß 7, kann sich eine Stoßionisation ausbreiten, die jedoch durch Verringern der Breite des Zwischenraums, d.h. Erhöhung der Zahl der Vertiefungen 6, verringert werden kann und eine Stoßio-

15

9

nisation nur noch an der Bauelementoberfläche auftritt. Ein Potentialsprung zwischen Substrat 4 und Halbleiterkörper kann größtenteils durch die dielektrische Zone 5 aufgenommen werden, während das elektrische Potential im Halbleiterkörper 1 auch lateral ansteigt.

- Die einzelnen Kanalabschnitte können bei steigender Spannung zwischen Anode und Kathode und sich ausbreitender Raumladungszone Spannung aufnehmen, so daß Feldgradienten und die Krümmung der Raumladungszone im Halbleiterkörper 1 geringer werden. Damit steigt die Sperrspannung des Bauelements.
- Besonders vorteilhaft ist, wenn die Dimension der Tiefe der Vertiefungen 6 größer ist als die Breite der Vertiefungen. Günstig ist auch, die Zwischenräume 7 breiter zu wählen als die Breite der Vertiefungen 6. Eine günstige Dimensionierung für die Vertiefungen 6 und Zwischenräume 7 sind in einem lateralen Bauelement, wenn die Breite der Vertiefungen 6 in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das laterale Bauelement (z.B. die Bildebene in Fig. 1) höchstens 10% der lateralen Driftstrecke 2 des lateralen Bauelements ist. Vorzugsweise sind die Zwischenräume 7, d.h. der Abstand zwischen zwei unmittelbar benachbarten Vertiefungen 6 schmäler als 30% der lateralen Driftstrecke 2.
 - Je mehr Vertiefungen 6 und damit auch Zwischenräume 7 unterhalb des lateralen Bauelements angeordnet sind, desto stärker ist der Effekt auf die Erhöhung der Durchbruchspannung. Dies ist in Fig. 2 dargestellt. In der Figur sind Kurven dargestellt, die den Verlauf des Sperrstroms als Funktion von der angelegten Spannung zeigen. Als Variable ist die Zahl der Vertiefungen 6 unterhalb des lateralen Bauelements angegeben. Ab etwa 4 Vertiefungen 6 ist ein Effekt auf den Sperrstrom zu erkennen, der bei etwas höherer Spannung durchbricht. Bei etwa 100 Vertiefungen ist der Effekt auf den Sperrstrom stark ausgeprägt, die Durchbruchspannung ist auf über 700 V angestiegen. Günstige Breiten der Vertiefungen sind im Bereich 0,2 bis 2 μm und Tiefen von 0,5 bis 2 μm.

Günstig ist, wenn die Breite der Zwischenräume 7 größer ist als die Dicke der dielektrischen Zone 5. Ein besonderer Vorteil der lateralen dreidimensionalen Struktur 6, 7 ist, daß die dielektrische Zone 5, die in den meisten im Stand der Technik bekannten Ausführungsformen eine schlechte Wärmeleitfähigkeit besitzt, bei gleicher Sperrfähigkeit des Bauelements

20

10

dünner ausgeführt werden als bei einem vergleichbaren Bauelement ohne Struktur 6, 7. Um bei einem Bauelement gemäß dem Stand der Technik eine größere Sperrfähigkeit zu erzielen, kann zwar die dielektrische Zone 5 dicker ausgeführt werden, jedoch verschlechtern sich die Eigenschaften des Bauelements wegen der verschlechterten Wärmeabfuhr aus der aktiven Zone des Bauelements. Überdies begrenzen technologische Probleme die Erzeugung sehr dicker Schichten 5, wie sie für hochsperrende Bauelemente benötigt würden. Das Problem ist bei kurzzeitig auftretenden hohen Leistungen in einem Bauelement besonders gravierend, so daß ein Bauelement gemäß der Erfindung für einen solchen Einsatz wesentlich vorteilhafter ist. Die Wärmeabfuhr kann durch ein optimale Auslegung und Abstimmung der dielektrischen Zone 5 und der Vertiefungen 6 und Zwischenräume 7, insbesondere auch durch die Wahl der Materialien für die Vertiefungen 6 und die Zwischenräume 7, optimiert werden.

Bevorzugt sind die Vertiefungen 6 so angeordnet, daß das Halbleitermaterial dazwischen zylinderförmig stehenbleibt. Eine weitere bevorzugte Anordnung ist, daß das Halbleitermaterial zwischen den Vertiefungen 6 Stege bildet.

Von besonderem Vorteil ist, wenn sich die Vertiefungen 6 im wesentlichen homogen über den Querschnitt des Bauelements parallel zu dessen Oberfläche erstrecken. Damit entfällt eine aufwendige Justierung der lateralen Struktur hinsichtlich des lateralen Bauelements, womit die Prozeßtechnologie erheblich vereinfacht wird. Grundsätzlich kann die laterale Struktur auch nur einen Teil des Querschnitts des Bauelements lateral ausfüllen.

Eine weitere Verbesserung der Sperrfähigkeit kann erreicht werden, wenn die Vertiefungen 6 unterhalb von verschiedenen funktionalen Bereichen des Halbleiterkörpers verschieden dicht angeordnet sind. Zwar entfällt damit teilweise der Vorteil der einfacheren Prozeßtechnologie, jedoch kann die Sperrfähigkeit noch weiter gesteigert werden. Besonders günstig ist, die Dichte unter einer Hauptelektrode dichter zu wählen als unterhalb der Driftstrecke 2.

Die genaue Dimensionierung ist vom verwendeten Halbleitermaterial, den Dotierverhältnissen und dem Einsatzzweck des Bauelements abhängig. Für eine geeignete Dimensionierung von Vertiefungen 6 und Zwischenräumen 7 ist es günstig, die Breite der Vertiefungen 6

5

10

15

20

möglichst klein zu halten, so daß möglichst viele Zwischenräume 7 ausgebildet werden können, da der laterale Spannungsabfall über der Struktur 6, 7 im wesentlichen von der Anzahl der Kanalabschnitte 7 abhängt.

- Die pro Zwischenraum 7 aufnehmbare Spannung nimmt mit der Tiefe der Vertiefungen 6 zu, so daß das Aspektverhältnis (Tiefe zu Breite der Vertiefungen 6) möglichst hoch gewählt werden soll. Dem entgegen steht die entsprechende Reduktion der wirksamen Bauelement-dicke im Halbleiterkörper 1. Die Wirksamkeit der Vertiefungen 6 ist in Bereichen hoher Feldstärke besonders hoch, so daß eine erhöhte Dichte von Vertiefungen 6 im Bereich unterhalb eines sperrgepolten Übergangs im Halbleiterkörper zweckmäßig ist.
- Da die Oxiddicke der dielektrischen Zone 5 die Höhe der elektrischen Feldstärke an der unteren Grenzschicht zum Substrat 4 bestimmt, ist es zweckmäßig, die dielektrische Zone 5 möglichst so dünn zu machen, wie ihre Durchbruchfeldstärke erlaubt. Es ist gemäß der Erfindung demnach nicht mehr notwendig, die Zone 5 deshalb dicker auszuführen, weil eine im Halbleiterkörper 1 etwaig auftretende Feldstärke erniedrigt werden müßte. Gleichzeitig führt die verringerte Dicke der Zone 5 zu der vorteilhaften verbesserten Wärmeabfuhr aus der aktiven Zone.
- Bei der Dimensionierung der Zwischenräume 7 ist die Dotierungskonzentration der Driftstrecke 2 zu beachten, da in den Zwischenräumen 7, in denen die Ladungsträger der Kanalabschnitte abgesaugt werden, Stoßionisation auftreten kann, die das Sperrverhalten ungünstig beeinflußt.
- In einem bevorzugten Bauelement gemäß der Erfindung ist eine günstige Dicke des Halbleiterkörpers 1 etwa 10 μm bei einer Driftstrecke 2 von etwa 150 μm und einer unterhalb der Driftstrecke 2 angeordneten Anzahl von etwa 140 Vertiefungen 6. Die Sperrspannung des Bauelements gemäß Fig. 1 ist bis über 1100 V erhöht.
- Sind Zwischenräume 7 sehr schmal, greift die Feldstärke weniger stark von der Substratseite her in den Halbleiterkörper 1 ein. Dies führt zu einer erhöhten Feldstärke im Bereich eines sperrgepolten pn-Übergangs in einem Bauelement gemäß Fig. 1. Wenn verhindert werden

soll, daß die elektrische Wirkung des Substrats 4 zu stark unterbunden wird, ist eine Breite der Zwischenräume 7 günstig, die mindestens so groß ist, daß ein vertikales Durchgreifen der Feldstärke vom Substrat 4 zur Oberfläche des Halbleiterkörpers 1 noch möglich ist.

Besonders günstig ist die Verwendung der lateralen Struktur 6, 7 in den verschiedenen Varianten von Bauelementen des IGBT-Typs und auch in den verschiedenen Varianten von Bauelementen des Thyristor-Typs.

In Fig. 3 ist eine weitere erfindungsgemäße Lösung der Aufgabe anhand einer vertikalen Diode dargestellt. Das dargestellte Bauelement ist ein vertikales Bauelement, bei dem Anodenanschluß A und Kathodenanschluß K auf entgegengesetzten Oberflächen des Halbleiterkörpers 1 angeordnet sind und weist eine Feldreduzierungsstruktur an der Oberfläche auf. Die Feldreduzierungsstruktur ist jedoch auch bei lateralen Bauelementen in vergleichbarer Weise einsetzbar.

15

20

25

30

10

:

Der Halbleiterkörper 1 in Fig. 3 weist unterhalb des Anodenanschlusses A einen p⁺-dotierten Bereich in einem n'-dotierten Gebiet des Halbleiterkörpers. Zum Kathodenanschluß K hin ist der Halbleiterkörper 1 n*-dotiert. Eine laterale Struktur mit Vertiefungen 6 im Halbleiterkörper 1 und Zwischenräumen 7 des Halbleitergebiets 1 zwischen den Vertiefungen 6 ist an der Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers 1 angeordnet. Der Übersichtlichkeit wegen sind nur einige der Vertiefungen 6 und nur einige der Zwischenräume 7 mit Bezugszeichen versehen. Die laterale Struktur 6, 7 bildet eine Feldreduktionsstruktur im Wirkungsbereich einer Raumladungszone im Halbleiterkörper 1 und ist dazu vorgesehen, die Feldstärke an der Oberfläche 8 zu reduzieren. Sie kann benachbart zu einem Hauptelektrodenanschluß in vergleichbarer Weise wie übliche Feldringe, Feldplatten und andere Randstrukturen ausgebildet sein. Vorteilhaft ist, die Zwischenräume 7 als Inseln oder Stege auszubilden, die durch die Vertiefungen 6 getrennt sind. Die Dimensionierung kann in vergleichbarer Weise vorgenommen werden, wie bei den Ausführungen zu lateralen Bauelementen gemäß Fig. 1 beschrieben ist. Als Bezugsgröße für günstige Dimensionierungen wird die dort beschriebene laterale Driftstrekke 2 jedoch ersetzt durch die Ausdehnung der Raumladungszone an der Oberfläche 8 des Bauelements, die die Raumladungszone aufgrund der Dotierungsverhältnisse des Halbleiterkörpers 1 bei maximaler Sperrspannung theoretisch annehmen würde.

Günstig ist, wenn die Breite der Vertiefungen 6 höchstens 20% der Ausdehnung der Raumladungszone an der Oberfläche 8 des Bauelements, die die Raumladungszone aufgrund der Dotierungsverhältnisse des Halbleiterkörpers 1 bei maximaler Sperrspannung theoretisch annehmen würde. Günstig ist, wenn die Breite der Zwischenräume 7 höchsten 30% der Ausdehnung der Raumladungszone an der Oberfläche 8 des Bauelements, die die Raumladungszone aufgrund der Dotierungsverhältnisse des Halbleiterkörpers 1 bei maximaler Sperrspannung theoretisch annehmen würde.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die Vertiefungen 6 homogen im Bereich der Feldreduzierungsstruktur verteilt. Die Feldreduzierungsstruktur 6, 7 kann jeweils auch nur bereichsweise an der Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers 1 angeordnet sein.

In einer weiteren günstigen Ausführung nehmen die Abstände unmittelbar benachbarter

Vertiefungen 6, d.h. die Breite der Zwischenräume 7, ausgehend von einem Hauptsperrübergang mit zunehmender Entfernung vom Hauptsperrübergang ab. Die Feldverteilung an der Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers wird dadurch besonders günstig beeinflußt.

In einer besonders bevorzugten Ausführung ist die Feldreduzierungsstruktur unterhalb einer Feldplatte 10 angeordnet, die von der Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers 1 durch eine Oxidschicht 9 getrennt ist. Wie bei der angrenzend an eine vergrabene dielektrische Zone 5 angeordneten Struktur gemäß Fig. 1 wird bei der Feldreduzierungsstruktur an der Oberfläche 8 die Ausbreitung einer Raumladungszone durch die Breite der jeweiligen Zwischenräume 7 bestimmt, bei denen der Kanalabschnitt abgesaugt ist.

25

30

20

In Fig. 4 ist die Abhängigkeit des Kathodenstroms von der Kathodenspannung für die in Fig. 3 angegebene Struktur im Vergleich zu einer Struktur ohne Vertiefungen 6 und Zwischenräume 7 unterhalb einer Feldplatte 10 angegeben. Während die herkömmliche Bauelementstruktur bereits bei etwa 340 V durchbricht, wird die Sperrspannung bei einem gemäß der Erfindung ausgeführten Bauelement zu höheren Werten verschoben.

Ganz besonders vorteilhaft ist eine Kombination einer Feldreduzierungsstruktur an der Oberfläche eines Halbleiterkörpers gemäß der beschriebenen Art mit einer vergrabenen Struktur gemäß Fig. 1 zur Herstellung eines SOI-Bauelements mit besonders verbesserter Durchbruchspannung.

5

10

Ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit einer Feldreduzierungsstruktur besteht darin, daß zumindest bereichsweise in die Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers 1 Vertiefungen 6 eingebracht werden, und daß die Vertiefungen 6 mit einem Material gefüllt werden, welches hochohmiger als der Halbleiterkörper 1 in den Zwischenräumen 7 zwischen den Vertiefungen 6 ist, oder daß die Oberfläche 8 des Halbleiterkörpers 1 zumindest bereichsweise mit einem Oxid beschichtet wird, und daß in das Oxid Gräben 7 eingebracht und mit Halbleitermaterial gefüllt werden. Anschließend kann eine Feldplatte auf der Struktur abgeschieden werden.

Besonders vorteilhaft ist, wenn die Vertiefungen 6 durch Oxidation mit hochohmigem Material gefüllt werden. Günstig ist, wenn das Aspektverhältnis von Breite und Tiefe der Vertiefungen 6 so gewählt ist, daß die Vertiefungen bei der Oxidation mit dem sich bildenden Oxid zuwachsen. Die Vertiefungen 6 können jedoch auch durch Beschichtung mit hochohmigem Material gefüllt werden. Das hochohmige Material ist vorzugsweise ein Dielektrikum, insbesondere ein Oxid, oder auch ein semiisolierendes Material.

Bei den erfindungsgemäß dargestellten Bauelementen lassen sich mit einfacher Technologie herkömmliche Bauelementstrukturen so verbessern, daß Sperrspannungen oberhalb von 1000 V erzielt werden können. Daher lassen sich derartige Bauelemente gemäß der Erfindung vorteilhaft in Treiberschaltungen für leistungselektronische Umrichtersysteme einsetzen, die bei höheren Spannungen bei etwa 380 V betrieben werden.

- Halbleiter-Bauelement mit einem Halbleiterkörper (1) und auf diesem zumindest bereichsweise angeordneten und/oder aufeinandergeschichteten Schichten,
 dadurch gekennzeichnet.
- daß im Halbleiterkörper (1) und/oder in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers (1) zumindest bereichsweise eine laterale, dreidimensionale Struktur (6, 7) angeordnet ist, welche vertikale Vertiefungen (6) im Halbleiterkörper (1) aufweist, innerhalb derer die elektrische Leitfähigkeit geringer ist als in den Zwischenräumen (7) des Halbleiterkörpers (1) zwischen den Vertiefungen (6).
- Halbleiter-Bauelement nach Anspruch 1,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß das Halbleiter-Bauelement ein laterales Bauelement ist mit einer an ein Substrat (4) angrenzenden dielektrischen Zone (5) und zwischen dielektrischer Zone (5) und Halbleiterkörper (1) zumindest unter einem Teilbereich des lateralen Bauelements angeordneter lateraler, dreidimensionaler Struktur (6, 7), die mit der dielektrischen Zone (5) in unmittelbarer Verbindung steht.
- Halbleiter-Bauelement nach Anspruch 1 oder 2,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die dreidimensionale Struktur Inseln (7) aufweist, welche durch vertikale Vertiefungen (6) voneinander getrennt sind, wobei die elektrische Leitfähigkeit in den Vertiefungen (6) geringer ist als die in den Inseln (7).
 - 4. Halbleiter-Bauelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
- daß die dreidimensionale Struktur Stege (7) aufweist, welche durch vertikale Vertiefungen (6) voneinander getrennt sind, wobei die elektrische Leitfähigkeit in den Vertiefungen (6) geringer ist als die in den Stegen (7).

- 5. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß im Halbleiterkörper (1) zumindest bereichsweise lateral ein Halbleiter aus einem weiteren Material angeordnet ist, welcher an die dielektrische Zone (5) angrenzt.
- Halbleiter-Bauelement nach Anspruch 2,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß zwischen Substrat (4) und dielektrischer Zone (5) zumindest bereichsweise eine
 laterale Halbleiterschicht angeordnet ist.
- Halbleiter-Bauelement nach Anspruch 2,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß zwischen Substrat (4) und dielektrischer Zone (5) zumindest bereichsweise eine
 laterale Isolatorschicht angeordnet ist.
- Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 daß bei einem lateralen Bauelement zumindest bereichsweise die Breite der Vertiefungen (6) in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das laterale Bauelement kleiner als 10% der lateralen Driftstrecke (2) des lateralen Bauelements ist.
 - 9. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- daß bei einem lateralen Bauelement zumindest bereichsweise die Breite der Zwischenräume (7) zwischen benachbarten Vertiefungen (6) in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das laterale Bauelement in etwa kleiner als 30% der lateralen Driftstrecke (2) ist.
- 30 10. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß zumindest bereichsweise Vertiefungen (6) in einer gedachten Schnittebene senkrecht durch das Halbleiter-Bauelement in etwa äquidistant sind.

- 11. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß zumindest bereichsweise die Dichte von Vertiefungen (6) in einer gedachten
 Schnittebene senkrecht durch das Halbleiter-Bauelement verschieden ist.
- 12. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß zumindest bereichsweise die Tiefe der Vertiefungen (6) größer ist als deren Breite.
 - Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche 2 bis
 dadurch gekennzeichnet,
 - daß zumindest bereichsweise das Verhältnis von Breite der Vertiefungen (6) und Dicke der dielektrischen Zone (5) kleiner als 1 ist.
- 14. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß zumindest bereichsweise die Breite der Vertiefungen (6) geringer ist die Breite der Zwischenräume (7) zwischen zwei unmittelbar benachbarten Vertiefungen (6).
- 15. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die laterale, dreidimensionale Struktur (6, 7) Stellen an der Oberfläche (8) des Halbleiterkörpers (1) überdeckt, die eine erhöhte Feldstärke aufweisen.
- 16. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die laterale, dreidimensionale Struktur (6, 7) in einer feldringähnlichen Anordnung
 an der Oberfläche (8) des Halbleiterkörpers (1) angeordnet ist.

(

17. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleiter-Bauelement an der Oberfläche (8) zusätzlich eine Feldreduzierungsstruktur (9, 10) zum Reduzieren einer Raumladungszonenkrümmung und/oder elektrischer Oberflächenfeldstärke des Bauelements aufweist.

- 18. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- daß Vertiefungen (6) in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers (1) und die Vertiefungen (6) eine Breite aufweisen, die höchstens 20% von der Ausdehnung einer Raumladungszone im Halbleiterkörper (1) an der Oberfläche (8) beträgt, die die Raumladungszone aufgrund von Dotierungsverhältnissen im Halbleiterkörper (1) bei maximaler Sperrspannung theoretisch annehmen würde.

15

20

- Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 daß die Breite der Zwischenräume (7) Abstände unmittelbar benachbarter Vertiefungen (6) höchstens 30% von der Ausdehnung einer Raumladungszone an der Oberfläche (8) ist, die die Raumladungszone aufgrund der aufgrund von Dotierungsverhältnissen im Halbleiterkörper (1) bei maximaler Sperrspannung theoretisch annehmen würde.
- 20. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
- daß die Abstände zwischen unmittelbar benachbarten Vertiefungen (6) in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers (1) ausgehend von einem Hauptsperrübergang mit zunehmender Entfernung vom Hauptsperrübergang abnehmen.
- 21. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die Vertiefungen (6) ein Dielektrikum aufweisen.

- 22. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (6) ein semiisolierendes Material aufweisen.
- 5 23. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauelement vom IGBT-Typ oder vom Thyristor-Typ ist.
- 24. Halbleiter-Bauelement nach mindestens einem der vorangegangenen Ansprüche,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß das Halbleiter-Bauelement eine Diode ist.
 - 25. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit einem Halbleiterkörper und einem Substrat mindestens nach Anspruch 1,
- daß an einer Oberfläche des Halbleiterkörpers (1), welche dem lateralen Bauelement gegenüberliegt, zumindest bereichsweise Vertiefungen (6) geätzt werden, daß die Vertiefungen anschließend mit einem Material gefüllt werden, welches hochohmiger ist als das Material zwischen den Vertiefungen (6) ist, und mit einer Lage eines dielektrischen Materials überdeckt werden, und daß die überdeckende Lage zumindest mittelbar mit einem Substrat (4) verbunden wird, oder
- daß eine zur Verbindung mit dem Halbleiterkörper (1) vorgesehene Oberfläche eines Substrats (4) mit einem Oxid versehen wird, daß zumindest bereichsweise Vertiefungen in das Oxid eingebracht werden, daß die Vertiefungen (6) mit einem Halbleitermaterial gefüllt werden, daß die gefüllten Vertiefungen (6) mit einer Lage aus einem Halbleitermaterial überdeckt werden, und daß die überdeckende Lage mit dem Halbleiterkörper (1) zumindest mittelbar verbunden wird.
- Verfahren nach Anspruch 25,
 dadurch gekennzeichnet,
 daß die überdeckende Lage vor der Verbindung mit dem Substrat (4) oder dem Halbleiterkörper (1) planarisiert wird.

27. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26,dadurch gekennzeichnet,daß die Vertiefungen (6) mit demselben Material gefüllt und überdeckt werden.

5

- 28. Verfahren nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (6) mit unterschiedlichem Material gefüllt und überdeckt werden.
- 10 29. Verfahren nach Anspruch 28,

dadurch gekennzeichnet,

daß zum Füllen und zum Überdecken der Vertiefungen (6) unterschiedliches dielektrisches Material oder unterschiedliches semiisolierendes Material oder unterschiedliches Halbleitermaterial verwendet wird.

15

30. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 25 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat (4) vor dem Verbinden mit der überdeckenden Lage oxidiert wird oder mit einem Oxid beschichtet wird.

20

31. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 25 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die überdeckende Lage vor dem Verbinden mit dem Substrat (4) mit einem Halbleiter beschichtet wird.

25

32. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 25 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Halbleiterkörper (1) und überdeckender Lage ein zusätzliches Halbleitermaterial angeordnet wird.

30

33. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit einer Feldreduzierungsstruktur mindestens nach Anspruch 1,

5

15

dadurch gekennzeichnet,

daß zumindest bereichsweise in die Oberfläche (8) des Halbleiterkörper (1) Vertiefungen (6) eingebracht werden, und daß die Vertiefungen (6) mit einem Material gefüllt werden, welches hochohmiger als der Halbleiterkörper (1) zwischen den Vertiefungen (6) ist, oder daß die Oberfläche (8) des Halbleiterkörpers (1) zumindest bereichsweise mit einem Oxid beschichtet wird, und daß in das Oxid Gräben (7) eingebracht und mit Halbleitermaterial gefüllt werden.

- 34. Verfahren nach Anspruch 33,
- daß die Vertiefungen (6) durch Oxidation mit hochohmigem Material gefüllt werden.
 - 35. Verfahren nach Anspruch 33 oder 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (6) durch Beschichtung mit hochohmigem Material gefüllt werden.
 - 36. Verfahren nach Anspruch 33, 34 oder 35, dadurch gekennzeichnet,
- daß zumindest bereichsweise auf die Vertiefungen (6) eine feldplattenartige Struktur abgeschieden wird.
- 37. Verwendung eines Bauelements mit lateraler dreidimensionaler Struktur nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 24 in einer Treiberschaltung für leistungselektronische
 Umrichtersysteme.

Die Erfindung betrifft ein Halbleiter-Bauelement mit mindestens einem lateralen Bereich, welcher zur Aufnahme einer lateralen elektrischen Feldstärke vorgesehen ist, wobei der Halbleiterkörper im Halbleiterkörper und/oder in oberflächennahen Bereichen des Halbleiterkörpers zumindest bereichsweise eine laterale, dreidimensionale Struktur aufweist, welche vertikale Vertiefungen im Halbleiterkörper aufweist, innerhalb derer die elektrische Leitfähigkeit geringer ist als in den Zwischenräumen des Halbleiterkörpers zwischen den Vertiefungen, sowie Verfahren zur Herstellung sowie eine Verwendung des Halbleiterbauelements.

(Fig. 1)

5

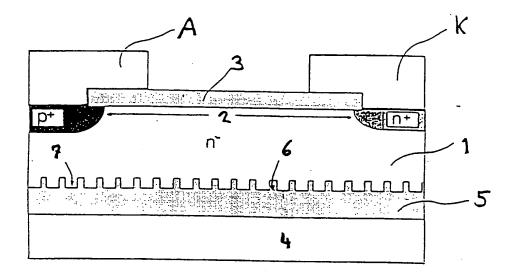


Fig. 1

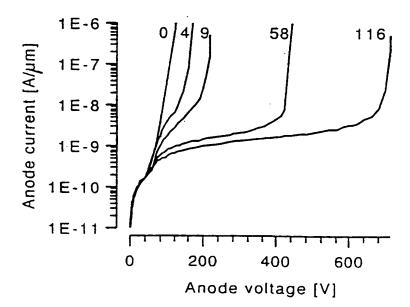


Fig. 2

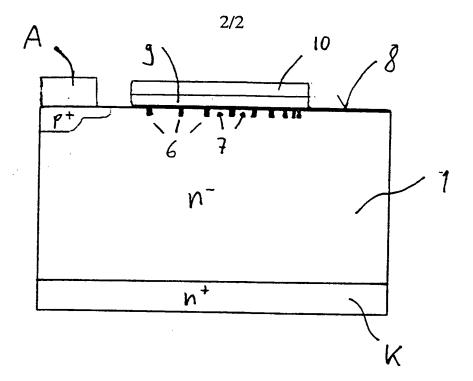


Fig. 3

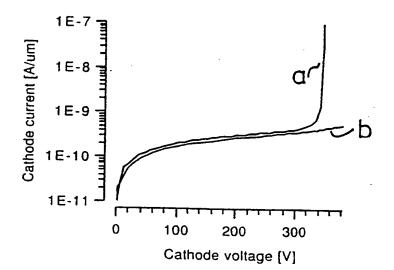


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr Ional Application No PC1/DE 99/01410

A. CLASSIF IPC 6	FICATION OF SUBJECT MATTER H01L29/739 H01L29/74 H01L29/8 H01L21/329 H01L21/332 H01L21/2		/331
According to	International Patent Classification (IPC) or to both national classification	ation and IPC	
B. FIELDS	SEARCHED		
Minimum do IPC 6	cumentation searched (classification system followed by classification H01L	on symbols)	
	ion searched other than minimum documentation to the extent that s		ched -
Electronic G	ata base consulted during the international search (name of data ba:	se and, where practical, search terms used)	
C. DOCUME	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the rel	evant passages	Relevant to daim No.
X	DE 195 33 956 A (TOSHIBA KAWASAK) 28 March 1996 (1996-03-28) the whole document	I KK)	1-4,17
Α	US 5 640 040 A (YAMAGUCHI YOSHIH) AL) 17 June 1997 (1997-06-17) abstract; figures 15-17	IRO ET	1,25
Α	EP 0 519 741 A (TOKYO SHIBAURA EL CO) 23 December 1992 (1992-12-23) page 4, line 47 -page 5, line 3; 4,7)	1
Furti	her documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family members are listed in	annex.
	her documents are tisted in the continuation of box C.	Patent family members are listed in "T" later document published after the internal	
"E" earlier of filing of "L" docume which citation "O" docume other "P" docume	ent defining the general state of the art which is not dered to be of particular relevance document but published on or after the international date and which may throw doubts on priority claim(s) or is cited to establish the publication date of another or other special reason (as specified) ent referring to an oral disclosure, use, exhibition or means ent published prior to the international filing date but han the priority date claimed	or priority date and not in conflict with the cited to understand the principle or theor invention "X" document of particular relevance; the clair cannot be considered novel or cannot be involve an inventive step when the document of particular relevance; the clair cannot be considered to involve an inventive accument is combined with one or more ments, such combination being obvious in the art. "&" document member of the same patent far	e application but ny underlying the med invention e considered to ment is taken alone med invention ntive step when the other such docu- to a person skilled
	actual completion of the international search October 1999	Date of mailing of the international search	th report
Name and r	mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Mimoun, B	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

'ormation on patent family members

Intern Innai Application No
PC1/DE 99/01410

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family (member(s)		Publication date	
DE	19533956	Α	28-03-1996	JP	8088377 A	02-04-1996
US	5640040	Α	17-06-1997	 JР	2016751 A	19-01-1990
				JP	2878689 B	05-04-1999
				US	5438220 A	01-08-1995
				US	5343067 A	30-08-1994
				US	5241210 A	31-08-1993
				DE	3806164 A	08-09-1988
				IT	1216464 B	08-03-1990
				JP	2860089 B	24-02-1999
				JP	9172189 A	30-06-1997
				JP	1103851 A	20-04-1989
				US	5378920 A	03-01-1995
				US	5434444 A	18-07-1995
				US	5536961 A	16-07-1996
				US	5592014 A	07-01-1993
				US	5294825 A	15-03-1994
				EP	0497577 A	05-08-1992
				JP	5136436 A	01-06-1993
				JP	6318714 A	15-11-1994
EP	0519741	Α	23-12-1992	DE	69219405 D	05-06-1997
				DE	69219405 T	11-09-1997
				JP	5136435 A	01-06-1993
				US	5323041 A	21-06-1994

Form PCT/ISA/210 (patent family ennex) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter *ionales Aktenzeichen
PCI/DE 99/01410

A. KLASSII IPK 6	FIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES H01L29/739 H01L29/74 H01L29/8 H01L21/329 H01L21/332 H01L21/2		H01L21/331
Nach der Int	ternationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klas	sifikation und der IPK	·
B. RECHE	RCHIERTE GEBIETE		
Recherchier IPK 6	ter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbol H01L	le)	
Recherchier	te aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, son	weit diese unter die recherchien	ten Gebiete fallen -
Während de	r internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Na	ame der Datenbank und evtl. v	erwendete Suchbegriffe)
C. ALS WE	SENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategone*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe	e der in Betracht kommenden To	eile Betr. Anspruch Nr.
Х	DE 195 33 956 A (TOSHIBA KAWASAKI 28. März 1996 (1996-03-28) das ganze Dokument	KK)	1-4,17
Α	US 5 640 040 A (YAMAGUCHI YOSHIHI AL) 17. Juni 1997 (1997-06-17) Zusammenfassung; Abbildungen 15-1		1,25
А	EP 0 519 741 A (TOKYO SHIBAURA EL CO) 23. Dezember 1992 (1992-12-23 Seite 4, Zeile 47 -Seite 5, Zeile Abbildungen 4,7	()	1
	tere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu lehmen	X Siehe Anhang Patenti	amilie
"A" Veröffe aber n "E" ätteres Anme "L" Veröffe scheir ander soll oc ausge "O" Veröffe eine E "P" Veröffe	ntlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen iddedatum veröffentlicht worden ist ntlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erenen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer en im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden der die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie führt) entlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Ausstelltung oder andere Maßnahmen bezieht mittlichung, die vor dem internationalen Ammeldedatum aber nach	oder dem Prioritätsdatum v Anmeldung nicht kollidiert, Erfindung zugrundeliegend Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von beson kann allein aufgrund diese erfinderischer Tätigkeit ber "Y" Veröffentlichung von beson kann nicht als auf erfinderi werden, wenn die Veröffentlichungen dieser i	derer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung scher Tätigkeit beruhend betrachtet Hilichung mit einer oder mehreren anderen Kategone in Verbindung gebracht wird und n Fachmann naheliegend ist
	Abschlusses der internationalen Recherche . Oktober 1999	Absendedatum des interna	ationalen Recherchenberichts
<u> </u>	Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bedienst	eter
	Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tet. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Mimoun, B	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichu , die zur selben Patentfamilie gehören

Interr innales Aktenzeichen PC1/DE 99/01410

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
DE	19533956	Α	28-03-1996	JP	8088377 A	02-04-1996
US	5640040	Α	17-06-1997	JP	2016751 A	19-01-1990
				JP	2878689 B	05-04-1999
				US	5438220 A	01-08-1995
				US	5343067 A	30-08-1994
				US	5241210 A	31-08-1993
				DE	3806164 A	08-09-1988
				IT	1216464 B	08-03-1990
				JP	2860089 B	24-02-1999
				JP	9172189 A	30-06-1997
				JP	1103851 A	20-04-1989
				US	5378920 A	03-01-1995
				US	5434444 A	18-07-1995
				US	5536961 A	16-07-1996
				US	5592014 A	07-01-1993
				US	5294825 A	15-03-1994
				EP	0497577 A	05-08-1992
				JP	5136436 A	01-06-1993
				JP	6318714 A	15-11-1994
EP	0519741	Α	23-12-1992	DE	69219405 D	05-06-1997
				DE	69219405 T	11-09-1997
				JP	5136435 A	01-06-1993
				US	5323041 A	21-06-1994

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patenttamilie)(Juli 1992)